

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-084014

(43)Date of publication of application : 30.03.2001

(51)Int.Cl. G05B 19/18
B23Q 41/08

(21)Application number : 11-262414 (71)Applicant : NIPPON SIGNAL CO LTD:THE

(22)Date of filing : 16.09.1999 (72)Inventor : SAKAI MASAYOSHI

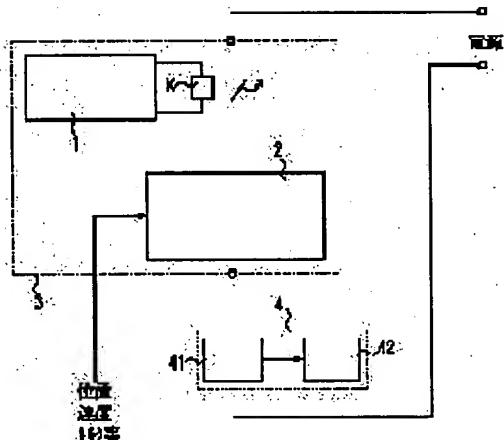
YOMOGIHARA KOICHI

(54) PRODUCTION EQUIPMENT CONTROL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a production equipment control system capable of facilitating the evaluation of the safety of a control system.

SOLUTION: In the control system, a safety relation circuit part 1 and a non-safety relation circuit part 2 are mutually separated as circuits. The circuit part 1 has a function for evading collision between a machine movable part 4 and a human body and is provided with characteristics for generating energy of a high level only when the circuit part 1 itself is normal and generating energy of a low level when the circuit part 1 itself is failed. The circuit part 2 has a function for controlling the operation of the movable part 4 and related to the circuit part 1 so as to control the operation of the movable part 4 only when the circuit part 1 generates the energy of a high level.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-84014

(P2001-84014A)

(43)公開日 平成13年3月30日(2001.3.30)

(51) Int.Cl.
G 05 B 19/18
B 23 Q 41/08

識別記号

F I
C 05 B 19/18
B 23 Q 41/08

テ-マコ-ト(参考)
X 3 C 0 4 2
Z 5 H 2 6 9
9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数3 O.L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-262414

(22)出願日

平成11年9月16日(1999.9.16)

(71)出願人 000004651

日本信号株式会社
東京都千代田区丸の内3丁目3番1号

(72)発明者 坂井 正善

埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本
信号株式会社与野事業所内

(72)発明者 蓬原 弘一

埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本
信号株式会社与野事業所内

(74)代理人 100081606

弁理士 阿部 美次郎

Fターム(参考) 3C042 RJ13

SH269 PP01

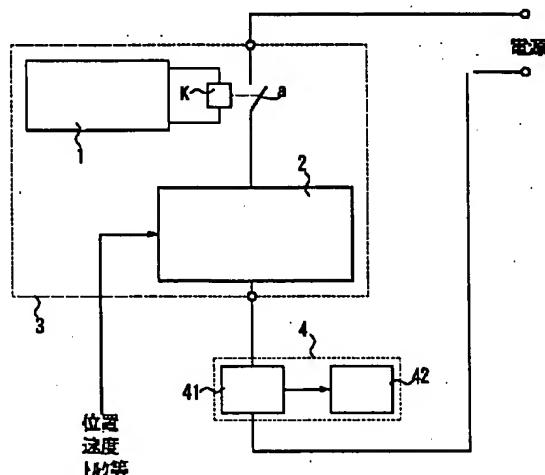
9A001 HH34 JJ61 KK54 LL09

(54)【発明の名称】 生産設備制御システム

(57)【要約】

【課題】 制御システムの安全性評価を容易化した生産設備制御システムを提供する。

【解決手段】 安全関連回路部1及び非安全関連回路部2は、回路的に互いに分離されている。安全関連回路部1は、機械可動部4と人体の衝突回避に預かる機能を有し、自分が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えている。非安全関連回路部2は機械可動部4の運転を制御する機能を有し、安全関連回路部1が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、機械可動部4の運転を制御することが可能であるように、安全関連回路部1に関連付けられている。



(2) 開2001-84014 (P2001-84014A)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 安全関連回路部と、非安全関連回路部とを含む生産設備制御システムであって、前記安全関連回路部及び前記非安全関連回路部は、回路的に互いに分離されており、前記安全関連回路部は、機械可動部と人体の衝突回避に預かる機能を有し、自己が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えており、前記非安全関連回路部は、前記機械可動部の運転を制御する機能を有し、前記安全関連回路部が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、前記機械可動部の運転を制御することが可能であるように、前記安全関連回路部に関連付けられている生産設備制御システム。

【請求項2】 請求項1に記載された生産設備制御システムであって、前記安全関連回路部は、作業者による手動停止操作信号、自動運転に基づく起動操作信号、衝突の可能性のある区域の作業者不在を検出した不在検出信号及び手動運転時の運転意志検出信号を含む入力信号が供給される生産設備制御システム。

【請求項3】 請求項2に記載された生産設備制御システムであって、更に、監視部を含み、

前記監視部は、前記機械可動部の動作範囲及び前記機械可動部の速度を監視し、その監視信号を前記安全関連回路部に供給する生産設備制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、機械可動部を有する生産設備の制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】機械可動部を有する生産設備において、この生産設備を制御するシステムの主要機能は、機械可動部の動作位置、速度、トルクなど、生産効率及び生産品の品質に関わる操作である。しかし、機械可動部と人体の衝突により重大災害を生じる場合、衝突回避の機能が必要である。

【0003】本明細書では、生産設備を制御するシステムの主要機能を実現する部分を、必ずしも安全に関わらないと言う意味で、非安全関連回路部と称し、機械可動部と人体の衝突回避をする機能を実現する部分を安全関連回路部と称する。非安全関連回路部は極めて高度な操作を行うため、その構成は複雑である。通常は、コンピュータ制御による。一方、安全関連回路部は、非安全関連回路部に比較して格段に単純である。

【0004】この種の生産設備制御システムにおいて、安全関連回路部が故障すると、機械可動部と人体との衝突回避の機能が損なわれることになる。従って、安全関連回路部にはその不具合発生時には、危険側に誤らない

ような性質が要求され、安全関連回路部の安全性の証明が求められる。

【0005】ところが、従来、この種の生産設備制御システムでは、非安全関連回路部と、安全関連回路部とは分離されることなく、PLC（プログラマブルロジックコントローラ、通称シーケンサ）を用いて、渾然一体の回路として構成されていた。

【0006】このため、安全関連回路部の安全性を証明するには、安全関連回路部自体の安全性の他に、非安全関連回路部の不具合が安全関連回路部に影響を与えないことを証明しなければならなかった。非安全関連回路部の機能は複雑であって、この不具合の影響を分析する作業は極めて煩雑である。また、非安全関連回路部を変更する場合、変更の結果が安全関連回路部に影響を与えないことを変更の度に評価する必要があり、その評価作業が極めて煩わしかった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、システムの安全性評価を容易化した生産設備制御システムを提供することである。

【0008】本発明のもう一つの課題は、非安全関連回路部をどのように変更しても、安全関連回路部の安全性評価に影響を与えない生産設備制御システムを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するため、本発明に係る生産設備制御システムは、安全関連回路部と、非安全関連回路部とを含む。

【0010】前記安全関連回路部は、機械可動部と人体の衝突回避に預かる機能を有し、自己が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えている。

【0011】前記非安全関連回路部は、前記機械可動部の運転を制御する機能を有し、前記安全関連回路部が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、前記機械可動部の運転を制御することが可能であるように、前記安全関連回路部に関連付けられている。

【0012】上述したように、本発明に係る生産設備制御システムは、非安全関連回路部を含む。非安全関連回路部は、機械可動部の運転を制御する機能を有する。従って、機械可動部の動作位置、速度、トルクなど、生産効率及び生産品の品質に関わる主要な操作を行うことができる。

【0013】また、本発明に係る生産設備制御システムは、安全関連回路部を含む。安全関連回路部は、機械可動部と人体の衝突回避に預かる機能を有するから、機械可動部と人体の衝突による重大災害の発生を防止することができる。

【0014】しかも、安全関連回路部は、自己が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障

(3) 開2001-84014 (P2001-84014A)

時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えており、非安全関連回路部は安全関連回路部が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、機械可動部の運転を制御することが可能であるように、安全関連回路部に関連付けられている。従って、安全関連回路部が正常に動作している時のみ、非安全関連回路部による機械可動部の運転制御が可能になる。安全関連回路部は、故障した場合は、高レベルのエネルギーを発生しないから、非安全関連回路部による機械的可動部の運転制御は行われない。従って、安全関連回路部の故障時に、機械可動部と人体との衝突を確実に回避し得る。

【0015】本発明に係る生産設備制御システムは、その特徴として、安全関連回路部及び非安全関連回路部は、回路的に互いに分離されている。かかる構成によれば、制御システムの安全性評価は、安全関連回路部について行えばよく、安全性の評価が極めて容易になる。しかも、非安全関連回路部をどのように変更しても、安全関連回路部の安全性評価に影響を与えない。

【0016】好ましくは、前記安全関連回路部は、作業者による手動停止操作信号、自動運転に基づく起動操作信号、衝突の可能性のある区域の作業者不在を検出した不在検出信号及び手動運転時の運転意志検出信号を含む入力信号が供給される。この構成によれば、機械設備の運転モードを配慮した衝突回避部分の構成を実現できる。

【0017】本発明に係る生産設備制御システムの更に別の態様として、監視部を含むことができる。前記監視部は、前記機械可動部の動作範囲及び前記機械可動部の速度を監視し、その監視信号を前記安全関連回路部に供給する。

【0018】本発明の好ましい態様によれば、機械可動部の動作状態を確認しつつ、作業者の運転意志に基づいて、機械可動部の運転が可能となるため、手動運転時の安全性が向上する。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る生産設備制御システムのブロック図である。図示された生産設備制御システム3は、安全関連回路部1と、非安全関連回路部2とを含む。

【0020】安全関連回路部1は、機械可動部4と人体の衝突回避に預かる機能（衝突回避機能）を有し、自分が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えている。安全関連回路部1の最終出力は、電磁リレーKの接点aで示してある。電磁リレーKのコイル両端に高レベルのエネルギーが発生すると、接点aが閉じる。安全関連回路部1の接点aが閉じているときに限り、非安全関連回路部2による機械可動部4の操作が可能となる。

【0021】非安全関連回路部2は、機械可動部4の運

転を制御する機能を有する。非安全関連回路部2は、機械可動部4と人体の衝突回避に預からない。従って、非安全関連回路部2に関する安全性の証明は必要なく、かつ、非安全関連回路部2の変更に際して安全性の再評価も必要ない。非安全関連回路部2は、例えば、インバータやサーボ電源が相当し、電源を変調して、機械可動部4に含まれる動力源41の出力エネルギーを操作する。動力源41の出力エネルギーは機械的負荷42に供給される。

【0022】安全関連回路部1が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、機械可動部4の運転を制御することが可能であるように、安全関連回路部1に関連付けられている。このような関連付けは、この実施例では、電磁リレーKによって行われる。即ち、電磁リレーKのコイル両端に、高レベルのエネルギーが発生し、その接点aが閉じているときに限り、非安全関連回路部2による機械可動部4の操作が可能となる。

【0023】上述したように、本発明に係る生産設備制御システムは、非安全関連回路部2を含む。非安全関連回路部2は、機械可動部4の運転を制御する機能を有する。従って、機械可動部4の動作位置、速度、トルクなど、生産効率及び生産品の品質に関わる主要な操作を行うことができる。

【0024】また、本発明に係る生産設備制御システムは、安全関連回路部1を含む。安全関連回路部1は、機械可動部4と人体の衝突回避に預かる機能を有するから、機械可動部4と人体の衝突による重大災害の発生を防止することができる。

【0025】しかも、安全関連回路部1は、自己が正常な場合に限り高レベルのエネルギーを発生し、自己の故障時は低レベルのエネルギーを発生する特性を備えている。非安全関連回路部2は安全関連回路部1が高レベルのエネルギーを発生しているときのみ、機械可動部4の運転を制御することが可能であるように、安全関連回路部1に関連付けられている。従って、安全関連回路部1が正常に動作している時のみ、非安全関連回路部2による機械可動部4の運転制御が可能になる。安全関連回路部1は、故障した場合は、高レベルのエネルギーを発生しないから、非安全関連回路部2による機械的可動部の運転制御は行われない。従って、安全関連回路部1の故障時には、機械可動部4と人体との衝突を確実に回避し得る。

【0026】本発明に係る生産設備制御システムは、その特徴として、安全関連回路部1及び非安全関連回路部2は、回路的に互いに分離されている。かかる構成によれば、制御システムの安全性評価は、安全関連回路部1について行えばよく、安全性の評価が極めて容易になる。しかも、非安全関連回路部2をどのように変更しても、安全関連回路部1の安全性評価に影響を与えない。

【0027】安全関連回路部1は、好ましくは、作業者

(4) 開2001-84014 (P2001-84014A)

による手動停止操作信号、自動運転に基づく起動操作信号、衝突の可能性のある区域の作業者不在を検出した不在検出信号及び手動運転時の運転意志検出信号を含む入力信号が供給され、前記入力信号に含まれる前記信号が高レベルのときのみ、高レベルのエネルギーを発生する。この構成によれば、機械設備の運転モードを配慮した衝突回避部分の構成を実現できる。

【0028】即ち、機械設備の運転は、通常1サイクルの周期的動作である。しかし、1サイクルを複数回連続して行う運転モード、作業者の起動操作で運転を開始し1サイクルで停止する運転モード、途中で運転を停止しつつ1サイクル動作する運転モードなど、運転モードは多様である。上述した好ましい構成によれば、運転開始指示、運転停止指示、運転継続指示の3通りの手動操作を備えることによって、運転モードが多様であっても、運転モードに依存せず衝突に預かる部分を構成できる。

【0029】特に、自動運転と手動運転の干渉に注目し、運転モード切替えに伴う意図しない起動の防止手段を実現できる。手動運転では、機械可動部4は作業者運転意志に忠実に従うことが要求される。すなわち、手動運転時に作業者の運転意志がないにも拘わらず、例えば機械側運転指令により、誤って機械可動部4が動作するような事象は回避されねばならない。上述した好ましい態様によれば、このような誤った事象を回避できる。

【0030】図2は本発明に係る産業設備制御システムに含まれる安全関連回路部1の具体的な回路構成を示す図である。図は、上述した好ましい例を示している。図2において、安全関連回路部1は、前処理部101、信号処理部102とを含んでいる。

【0031】前処理部101は入力された信号y1～y7を、信号x1～x4に変換して出力する。前処理部101に供給される入力信号y1～y7の内容は、例えば、次の通りである。

【0032】<入力信号y1>入力信号y1は停止操作信号である。停止操作信号y1は、機械可動部4に対する停止操作がなされたときに低レベルL、それ以外は高レベルHになる。

【0033】<入力信号y2>入力信号y2は起動操作信号である。起動操作信号y2は、機械可動部4に対する起動操作がなされたときに高レベルHになり、起動操作がなされていないときは、低レベルLである。起動操作には、自動運転のための起動操作及び手動運転のための起動操作の両者が含まれる。

【0034】<入力信号y3>入力信号y3は運転意志検出信号である。運転意志検出信号y3は、運転者の運転意志に基づく操作がなされたときに、高レベルHになる。

【0035】<入力信号y4>入力信号y4は不在検出信号である。不在者検出信号y4は、機械可動部4の可動範囲内に人がいることが検出されたときに、高レベ

ルHになる。不在者検出信号y4は機械可動部4の可動範囲内に人がいるときは、低レベルLになる。

【0036】<入力信号y5>入力信号y5は自動運転信号である。自動運転信号y5は、自動運転のための操作がなされたときに、高レベルHになる。

【0037】<入力信号y6>入力信号y6は手動運転信号である。手動運転信号y6は、手動運転のための操作がなされたときに、高レベルHになる。自動運転信号y5及び手動運転信号y6は、何れか一方が高レベルHのとき、他方は低レベルLになるよう関係にある。

【0038】<入力信号y7>入力信号y7は機械側運転指示信号である。機械側運転指示信号y7は、機械可動部4を運転するための指示がなされたときに、高レベルHになる。前処理部101は、上述した入力信号y1～y7を、信号x1～x4に変換して出力する。信号x1～x4の生成条件は次の通りである。

【0039】<信号x1の生成条件>信号x1は、停止操作信号y1が高レベルH（停止操作が行われてないこと）であることを条件に、高レベルHになる。

【0040】<信号x2の生成条件>信号x2が高レベルHになる場合は2つある。一つは、自動運転信号y5が高レベルHで、不在者検出信号y4が高レベルH（衝突区域に人不在）のときである。もう一つは、手動運転信号y6が高レベルHで、自動運転の干渉がないことが確認されるときである。

【0041】<信号x3の生成条件>信号x3は、起動操作（自動または手動）が正常に行われ、起動操作信号y2が高レベルHになったとき、高レベルHになる。

【0042】<信号x4の生成条件>信号x4が高レベルHになる場合は2つある。一つは、手動運転信号y6が高レベルHで、運転意志検出信号y3が高レベルHであるときである。もう一つは、手動運転信号y6が高レベルHで機械側運転指示信号y7が高レベルHのときである。

【0043】次に、信号処理部102は、論理積演算部A1、A2、自己保持部M1、M2、增幅部T1、T2、電磁リレーK1、K2、オフ・ディレー部D1、及び、オン・ディレー部D2を備える。各部は電気回路によって構成される。

【0044】論理積演算部A1には、信号x1及びx2が入力される。論理積演算部A1は信号x1、x2の両者が高レベルHのとき、高レベルHの論理積信号z1を生成する。信号x1は、停止操作信号y1が高レベルH（停止操作が行われてないこと）であることを条件に、高レベルHになり、信号x2は自動運転信号y5が高レベルHで、不在者検出信号y4が高レベルH（衝突区域に人不在）のとき高レベルHになる。従って、論理積演算部A1が高レベルHの論理積信号z1を生成する条件の一つは（a）停止操作が行われていないこと、及び（b）自動運転操作が行われ、かつ、衝突区域内に人が

(5) 開2001-84014 (P2001-84014A)

存在しないことである。これを、条件J1とする。

【0045】また、信号x2は、手動運転信号y6が高レベルHで、自動運転の干渉がないことが確認されるときに、高レベルHになる。従って、論理積演算部A1が高レベルHの論理積信号z1を生成する条件のもう一つは、(c)停止操作が行われていないこと、及び、

(d)手動運転操作が行われ、かつ、自動運転の干渉がないことが確認されたことである。これを、条件J2とする。

【0046】論理積演算部A1で生成された高レベルHの論理積信号z1は、自己保持部M1のホールド端子に供給される。自己保持部M1のトリガ端子には、信号x3が供給される。信号x3は、起動操作(自動または手動)が正常に行われ、起動操作信号y2が高レベルHになったとき、高レベルHになる。

【0047】従って、自己保持部M1は、起動操作(自動または手動)が正常に行われていて、信号x3が高レベルHになっていることを条件にトリガされ、論理積演算部A1から供給される高レベルHの論理積信号z1を自己保持し、高レベルHの自己保持出力信号z2を生成する。

【0048】論理積信号z1が高レベルHになる条件は、既に述べたように、条件J1または条件J2を満たす場合である。従って、自己保持部M1から出力される自己保持出力信号z2は、起動操作(自動または手動)が正常に行われていて、条件J1または条件J2を満たす場合に、高レベルHになる。

【0049】図3は自己保持部A1の動作を説明するタイムチャートである。自己保持部A1は、t11時に供給された高レベルHの信号x3によってトリガ(図3(a)参照)され、t12時に高レベルHの論理積信号z1が入力(図3(b)参照)されたとき、自己保持機能が働き、高レベルHの自己保持出力信号z2(図3(c)参照)を生じる。自己保持出力信号z2は、トリガ信号である信号x3が低レベルLになんでも、その自己保持機能により、高レベルHを維持する。自己保持出力信号z2が低レベルLになるのは、論理積信号z2が低レベルLになり、自己保持が解除されるt13時である。

【0050】論理積演算部A2には、自己保持出力信号z2及び信号x4が入力される。論理積演算部A2は自己保持出力信号z2及び信号x4の両者が高レベルHのとき、高レベルHの論理積信号z3を生成する。

【0051】自己保持出力信号z2が高レベルHになるのは、起動操作(自動または手動)が正常に行われ、かつ、条件J1または条件J2を満たす場合である。信号x4が高レベルHになるのは、手動運転信号y6が高レベルHで、運転意志検出信号y3が高レベルHであるとき、または、手動運転信号y6が高レベルHで機械側運転指示信号y7が高レベルHのときである。従って、論

理積演算部A2が高レベルHの論理積信号z1を生成する条件は、(e)起動操作(自動または手動)が正常に行われ、かつ、条件J1または条件J2を満たすこと及び、(f)手動運転信号y6が高レベルHで、運転意志検出信号y3が高レベルHであること、または、手動運転信号y6が高レベルHで、機械側運転指示信号y7が高レベルHであることである。これを条件J3とする。

【0052】論理積演算部A2で生成された高レベルHの論理積信号z3は、自己保持部M2のホールド端子に供給される。自己保持部M2のトリガ端子には、信号x5が供給される。信号x5は、この実施例では、電磁リレーK1、K2の常時閉成接点b1、b2の直列接続回路を通して供給される。

【0053】自己保持部M2は、信号x5が高レベルH(接点b1、b2がオン)になっていて、論理積演算部A2から供給される論理積信号z3が高レベルHになったとき、自己保持動作をし、高レベルHの自己保持出力信号z0を生成する。

【0054】論理積信号z3が高レベルHになる条件は、既に述べたように、条件J3を満たす場合である。自己保持部A2の動作は、自己保持部A1と同じであり、図3に図示されたタイムチャートに従った動作をする。

【0055】自己保持部M2から出力された自己保持出力信号z0は、オフ、ディレーティD1及びオン、ディレーティD2に供給される。オフ、ディレーティD1及びオン、ディレーティD2は入力側が共通に接続され、出力側が、増幅部T1、T2に個別に接続されている。

【0056】図4はオフ、ディレーティD1及びオン、ディレーティD2の動作を説明するタイムチャートである。t21時に、自己保持部M2からオフ、ディレーティD1及びオン、ディレーティD2に、高レベルHの自己保持出力信号z0が供給(図4(a)参照)されると、オフ、ディレーティD1は、自己保持出力信号z0の入力されたt21時に、高レベルHの信号z4を出力(図4(b))する。オン、ディレーティD2は、高レベルHの自己保持出力信号z0が供給されたt21時から、予め定められたオン遅延時間Td1をおいたt22時に、高レベルHの信号z5を出力(図4(c)参照)する。

【0057】次に、t23時に、自己保持出力信号z0が低レベルLになると、オン、ディレーティD2は、自己保持出力信号z0が低レベルLになるt23時に低レベルLの信号を出力(図4(c))する。オフ、ディレーティD1は、自己保持出力信号z0が低レベルLになるt23時から、予め定められたオフ遅延時間Td2をおいたt24時に低レベルLの信号z4を出力(図4(b)参照)する。

【0058】オフ、ディレーティD1及びオン、ディレーティD2から出力された信号Z4、Z5は、増幅部T1、T2に供給される。

(6) 開2001-84014 (P2001-84014A)

【0059】増幅部T1、T2の出力信号は、トランスTM1、TM2を介して、電磁リレーS1、S2に供給され、電磁リレーS1、S2を励磁する。電磁リレーS1、S2が励磁されると、その接点a1、a2が閉じるので、機械可動部4に電源が供給される。電磁リレーS1、S2が励磁されると、接点b1、b2がオープンになり、自己保持部M2に対するトリガ信号x5の供給が断たれるが、自己保持部M2は、高レベルHの信号z3が供給されている限り、自己保持動作を継続するので、高レベルHの自己保持出力信号z0が維持される。

【0060】接点a1、a2の動作は、図4のタイムチャートに図示されたオフ、ディレーパーD1、及び、オン、ディレーパーD2の動作に従う。即ち、t21時に、自己保持部M2からオフ、ディレーパーD1及びオン、ディレーパーD2に、高レベルHの自己保持出力信号z0が供給（図4（a）参照）されると、接点a1は、ほぼ、自己保持出力信号z0の入力されたt21時にオン（図4（b）となる。接点a2はオン、ディレーパーD2のオン遅延時間Td1をおいたt22時にオン（図5（c）参照）となる。

【0061】次に、t23時に、自己保持出力信号z0が低レベルLになると、接点a1はオン、ディレーパーD2のオフ遅延時間Td2をおいたt24時にオフ（図4（b）参照）となる。接点a2は、自己保持出力信号z0が低レベルLになるt23時にオフ（図4（c）参照）となる。機械可動部4に対する電源供給は、接点a2がオンとなるt22時から、接点a2がオフとなるt32時までである。

【0062】図2に示す自己保持部M1、M2及び論理積演算部A1、A2は、入力される信号が高レベルHで、かつ、回路自身が正常であるとき高レベルHの出力を生成するように構成される。オン、ディレーパーD2及びオフ、ディレーパーD1は、入力される信号が高レベルHで、かつ、回路自身が正常であるとき、交流の出力を生成するように構成される。増幅部T1、T2は、交流の入力信号があつて、回路自身が正常であるとき、高レベルHを生成するように構成される（自己発振しない）。このような特性を備えた回路は、例えば、「平成3年電気学会産業応用全国大会、No.43（1991年8月）加藤、坂井、蓬原、向殿：フェールセーフ・ウインドウ・コンバレータ／ANDゲートの開発とその応用」等の文献で公知である。

【0063】また、図2において、直列2重系スイッチON/OFFの順序操作は国際特許公表WO96/30923号公報で公知であり、故障時ON/OFFの順序機能が喪失したまま、スイッチONの操作が行われるような事象を生じない構成を実現可能である。図2ではトランス増幅部を用いているが、この代わりに連続的にON側故障を監視する機能を備えた半導体スイッチで駆動してもよい。このような構成も、国際特許公表WO96

/30923号公報に開示されている。

【0064】図5は前処理回路101の更に具体的な回路例を示す図である。図示された前処理回路101は、スイッチ21、22、31、32、41、42を含んでいる。これらのスイッチ21～42は、接点を開いた（回路オープン）とき、低レベルLの信号を生成し、接点が閉じた（回路ショート）とき、高レベルHの信号を生成する。

【0065】図において、スイッチ21は、押されたとき接点が開くスイッチである。このスイッチ21は、手動の停止操作を担い、停止操作信号y1を生成するスイッチであって、常時は接点が閉じて高レベルHの停止操作信号y1を生成し、押されたとき、接点が開いて、低レベルLの停止操作信号y1を生成する。

【0066】スイッチ31、32は、押されたとき接点が閉じるスイッチである。スイッチ31、32は、起動操作信号y21、y22を生成する。スイッチ31、32は、常時は接点が開いて、低レベルLの起動操作信号y21、y22を生成し、押されたとき接点が閉じて、高レベルHの起動操作信号y21、y22を生成する。スイッチ31は自動運転の起動操作であり、スイッチ32は手動運転の起動操作である。

【0067】スイッチ41、42は、押されたとき接点が閉じるスイッチである。スイッチ41は、自動運転の運転継続用であり、常時は接点が開いて、低レベルLの機械側運転指示信号y7を生成し、押されたとき接点が閉じて、高レベルHの機械側運転指示信号y7を生成する。

【0068】スイッチ42は、手動運転の運転継続用であり、常時は接点が開いて、低レベルLの運転意志検出信号y3を生成し、押されたとき、接点が閉じて、高レベルHの運転意志検出信号y3を生成する。

【0069】スイッチ22は、自動運転信号y5及び手動運転信号y6を生成するスイッチであり、自動と手動の切替えスイッチを意味し、両方が同時に閉じないような構成としている。すなわち、スイッチ22は、自動運転信号y5を生成する位置で閉じているとき、手動運転信号y6を生成する位置では必ず開き、逆に、手動運転信号y6を生成する位置で閉じているとき、自動運転信号y5を生成する位置では必ず開く構成としている。このような構成のスイッチ22は、鉄道信号システム単線区間で列車の進行を許可するタブレット方式として、既に公知である。生産設備の場合、具体的には、作業者が手動運転を行う場合、自動運転信号y5を生成する位置からタブレットを引抜いて、手動運転信号y6を生成する位置に差し込んで始めて手動運転が可能となり、自動運転を行う場合は逆の操作を必要とする構成を意味する。

【0070】スイッチ21、22、31、32、41、42の操作によって生じる高レベルHは電源Eの電圧値

(7) 開2001-84014 (P2001-84014A)

で与えられる。

【0071】AND（論理積ゲート）1は自動運転信号y5と不在者検出信号y4とを入力信号とし、その論理積信号を生成する。OR（論理和ゲート）1はAND1から供給される論理積信号と手動運転信号y6とを入力信号とし、その論理和信号である信号x2を生成する。

【0072】OR2は自動運転信号y5及び起動操作信号y21の論理積信号と、手動運転信号y6及び起動操作信号y22の論理積信号とを入力信号とし、その論理和である信号x3を生成する。

【0073】OR3は自動運転信号y5及び機械側運転指示信号y7の論理積信号と、手動運転信号y6及び運転意志検出信号y3の論理積信号とを入力信号とし、その論理和である信号x4を生成する。

【0074】図5において、自動運転が選択される場合、不在者検出信号y4による作業者不在確認を行う。手動運転が選択される場合、不在者検出信号y4を無効化して、手動運転信号y6によって手動運転の意志を確認する。

【0075】自動運転信号y5を生成する位置にタブレットが差込まれている状態が、衝突区域の作業者不在を示す場合（例えば、機械可動部4を柵で囲いその出入り口ドアを、タブレットを引抜くことなしには開けることできない場合）、図5において、不在者検出信号y4とAND1を省略することができる。

【0076】次に、図5に示した回路における信号x1～x4の生成について説明する。まず、図5に示した回路構成において、スイッチ21の停止操作が行われておらず、スイッチ21の接点が閉じている場合、停止操作信号y1が高レベルHであり、従って、信号x1は高レベルHになる。

【0077】この状態で、スイッチ22の操作により、自動運転または手動運転の選択操作がなされる。

【0078】<自動運転の場合>スイッチ22が自動運転側に差し込まれた場合、自動運転信号y5が高レベルHになる。この自動運転信号y5はAND1に供給され、不在者検出信号y4との論理積が取られる。この操作により、自動運転が選択される場合において、不在者検出信号y4による作業者不在確認が行われる。従って、AND1から出力される高レベルの論理積信号は、自動運転が選択されていること、及び、作業者不在確認を行った旨の情報を含むことになる。この論理積信号は、OR1を経て、信号x2（高レベル）として取り出される。

【0079】自動運転信号y5を生成する位置にタブレットが差込まれている状態が、衝突区域の作業者不在を示す場合（例えば、機械可動部4を柵で囲いその出入り口ドアを、タブレットを引抜くことなしには開けることできない場合）、図5において、不在者検出信号y4とAND1を省略することができる。

【0080】次に、スイッチ31が押され、接点が閉じられると、高レベルHの起動操作信号y21が生成される。この起動操作信号y21はOR2を経て、信号x3（高レベル）として取り出される。

【0081】次に、スイッチ41が操作され、接点が閉じられると、高レベルHの機械側運転指示信号y7が生成される。この機械側運転指示信号y7はOR3を経由して、信号x4（高レベル）として取り出される。

【0082】<手動運転の場合>手動運転が選択される場合は、不在者検出信号y4を無効化して、手動運転信号y6によって手動運転の意志を確認する。即ち、スイッチ22が手動運転側に差し込まれ、手動運転信号y6が高レベルHになる。この手動運転信号y6はOR1に供給され、OR1を経て、信号x2（高レベル）として取り出される。

【0083】次に、スイッチ32が押され、接点が閉じられると、高レベルHの起動操作信号y22が生成される。この起動操作信号y21はOR2を経て、信号x3（高レベル）として取り出される。

【0084】次に、スイッチ42が操作され、接点が閉じられると、高レベルHの運転意志検出信号y3が生成される。この運転意志検出信号y3はOR3を経由して、信号x4（高レベル）として取り出される。

【0085】上述のようにして生成された信号x1～x4は、図2に示した信号処理部102に供給される。

【0086】本発明に係る生産設備制御システムの更に別の態様として、監視部を含むことができる。監視部は、機械可動部4の動作範囲及び機械可動部4の速度を監視し、その監視信号を安全関連回路部1に供給する。

【0087】この好ましい態様によれば、手動運転時の安全性を更に高めることができる。手動運転では、機械可動部4が予め定めた動作を予め定めた速度で行うことを前提として、作業者は操作を行う。操作を行いつつ、機械可動部4が所定の範囲を逸脱する事象、あるいは、所定の速度を逸脱する事象の発見を作業者に依存できない場合がある。このような場合、作業者に代わって事象を発見するような監視機能が必要である。

【0088】本発明の好ましい態様によれば、機械可動部4の動作状態を確認しつつ作業者の運転意志に基づいて機械可動部4運転が可能となるため、手動運転時の安全性が向上する。

【0089】図6はその具体例を示すブロック図である。監視部5は、速度信号y11、原点信号y12及び位置信号y13を入力信号とし、信号x4を出力する。速度信号y11は機械可動部4（図1等参照）の回転速度を、例えばエンコーダ等で検出して得られた信号である。

【0090】位置信号y13はポジションスイッチ6の動作によって得られる。ポジションスイッチ6は、機械可動部4の動作範囲を検出し、または、確認するもので

(8) 開2001-84014 (P2001-84014A)

あって、例えは、強制引離し構造（感知部が移動すれば必ず接点が開くスイッチ）を備える。ポジションスイッチ6の代わりに、動作監視付きエンコーダを用いることもできる。

【0091】監視部5は、故障監視部51、オーバーラン監視部52、オーバースピード監視部53、AND2、AND3及びOR4等を含んでいる。故障監視部51は、速度信号y11及び原点信号y12を入力信号とし、機械可動部4の故障を監視する。オーバーラン監視部52は、ポジションスイッチ6の動作によって得られる位置信号y13より、機械可動部4が許容範囲を越えて動作した場合のオーバーランを検出する。オーバースピード監視部53は、速度信号y11を入力信号とし、機械可動部4がオーバースピード状態にあるか否かを監視する。

【0092】速度信号y11、原点信号y12及び位置信号y13の全てが正常値である場合は、故障監視部51、オーバーラン監視部52及びオーバースピード監視部53から出力される信号z11、Z12及びz13は、全て高レベルHであり、AND2から出力される信号z15は高レベルHである。従って、AND3から出力される信号z16は、運転意志検出信号y3が高レベルHであることを条件に、高レベルHになる。AND3から出力される信号z16が高レベルHである場合、OR4から出力される信号x4は高レベルになる。

【0093】速度信号y11、原点信号y12及び位置信号y13の少なくとも1つが、正常でないと、AND2から出力される信号z15は低レベルLになるから、AND3から出力される信号z16も低レベルLになる。

【0094】動作の途中では、機械側運転指示信号y7は低レベルLであるから、OR4から出力される信号x4は低レベルLになる。これにより、速度信号y11、原点信号y12及び位置信号y13のすくなとも一つが異常であることが検知される。

【0095】次に、オーバースピード監視部53の構成について説明する。速度監視は機能監視付きエンコーダによっても実現可能であるが、この実施例では、ディレーハ回路を用いた場合について説明する。即ち、実施例に示されたオーバースピード監視部53は、オンディレーハ回路531を含む。オンディレーハ回路の後段には、整流回路532と、立ち下がり遅れ要素となるコンデンサ533が備えられている。

【0096】図7は図6に図示されたオーバースピード監視部53の動作を説明する波形図である。機械可動部4が許容速度で動作している場合、速度信号y11は、図7(a)に示すように、周期TS1のパルス列となる。周期TS1のパルス幅PW1は、オン・ディレーハ回路531のオン遅延時間TD3よりも長くなるように選定されている。従って、機械可動部4が許容速度で動作

している場合、オン・ディレーハ回路531の出力側には、図7(b)に示すように、周期TS1のパルスの入力時から、オン遅延時間TD3だけ遅れて、パルス信号z13が生じる。このパルス信号z13が生じる度に、立ち下がり遅れ要素を構成するコンデンサ533が、整流回路532を通して充電される。コンデンサ533の端子電圧は、信号z14(図7(c)参照)として、AND2に供給される。

【0097】コンデンサ533の端子電圧である信号z14は時間とともに低下するが、AND2のしきい値Vthよりも低下する前に、次のパルス信号z13が発生し、コンデンサ533が充電される。従って、コンデンサ533の端子電圧である信号z14のレベルがAND2のしきい値Vthよりも低下することはない。

【0098】ところが、機械可動部4がオーバースピード状態になると、速度信号y11は、図7(a)に示すように、周期TS1よりも短い周期TS2のパルス列となる。周期TS2のパルス幅PW2が、オン・ディレーハ回路531のオン遅延時間TD3よりも短くなると、図7(b)に示すように、オン・ディレーハ回路531の出力側に、パルス信号z13が生じなくなる。このため、コンデンサ533に対する充電作用がなくなり、コンデンサ533の端子電圧である信号z14は時間とともに低下し、図7(c)に示すように、t41時に、AND2のしきい値Vthよりも低下してしまう。従って、AND2から出力される信号z15は低レベルになり、AND3から出力される信号z16も低レベルになる。

【0099】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

(a) 制御システムの安全性評価を容易化した生産設備制御システムを提供することができる。

(b) 非安全関連回路部をどのように変更しても、安全関連回路部の安全性評価に影響を与えない生産設備制御システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る生産設備制御システムのブロック図である。

【図2】本発明に係る産業設備制御システムに含まれる安全関連回路部の具体的な回路構成を示す図である。

【図3】本発明に係る産業設備制御システムに含まれる自己保持部の動作を説明するタイムチャートである。

【図4】本発明に係る産業設備制御システムに含まれるオフ・ディレーハ部及びオン・ディレーハ部の動作を説明するタイムチャートである。

【図5】本発明に係る産業設備制御システムに含まれる前処理回路の更に具体的な回路例を示す図である。

【図6】図5に示した前処理回路の具体例を示すブロック図である。

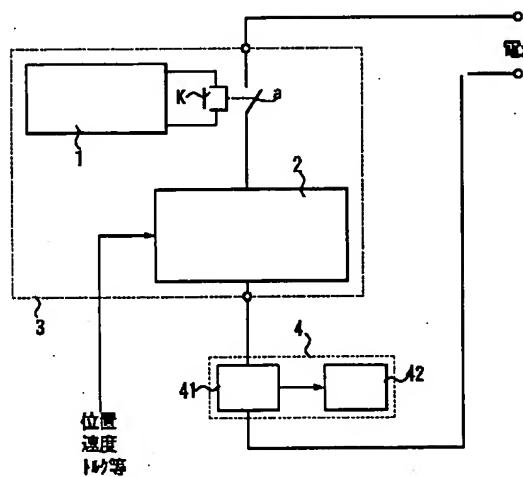
【図7】図6に図示された前処理回路に含まれるオーバ

(9) 開2001-84014 (P2001-84014A)

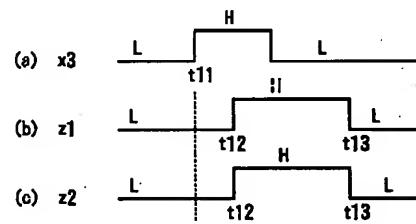
一スピード監視部の動作を説明する波形図である。
【符号の説明】

1
2安全関連回路部
非安全関連回路部

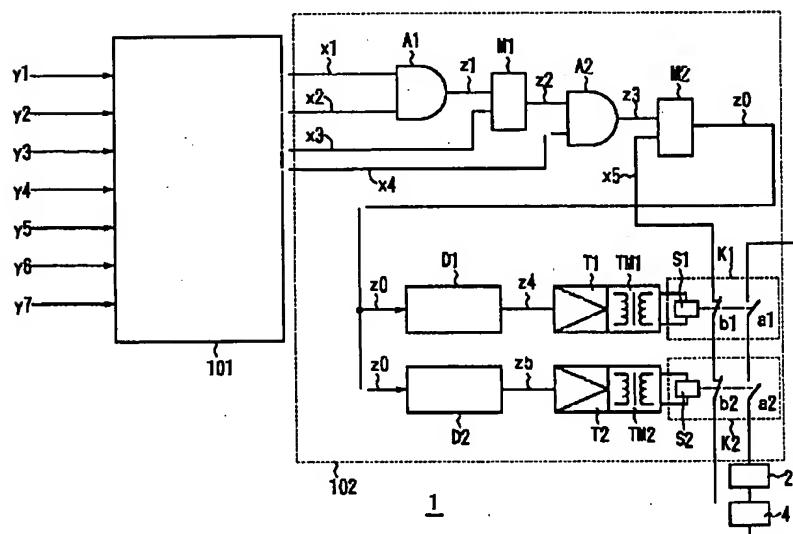
【図1】



【図3】

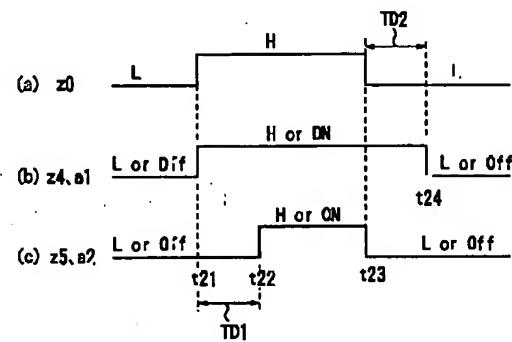


【図2】

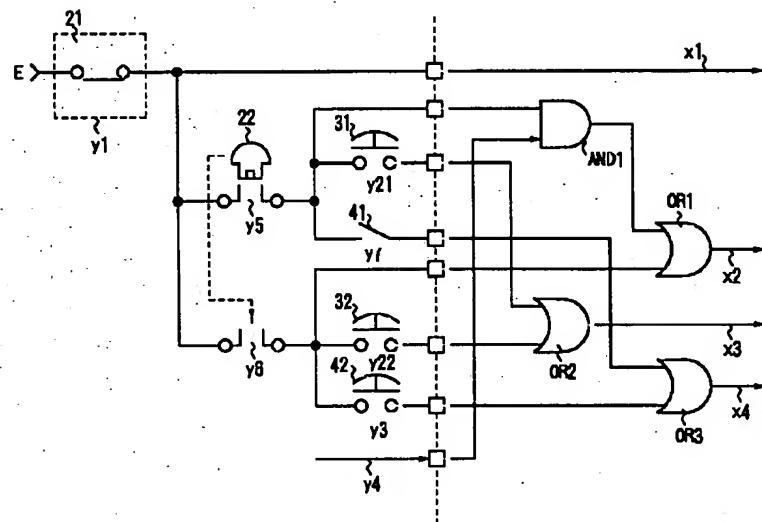


(10) 2001-84014 (P2001-84014A)

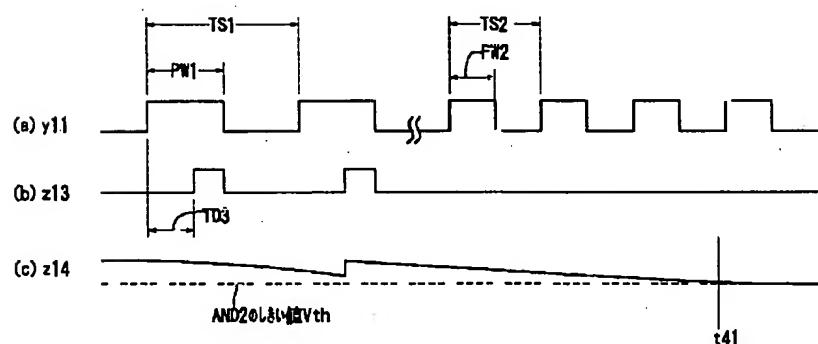
【図4】



【図5】



【図7】



(11) 2001-84014 (P 2001-84014A)

【図6】

